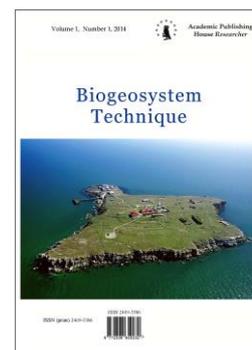


Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
E-ISSN: 2413-7316
Vol. 7, Is. 1, pp. 87-95, 2016

DOI: 10.13187/bgt.2016.7.87
www.ejournal19.com



UDC 001.8 001.51

Structural Analysis Based on Living Systems Algorithms

Victor Ya. Tsvetkov

Center for Advanced fundamental and applied research, Russian Federation
27, bldg 1 Nizhegorodskaya Str., 109029 Moscow
Doctor of Technical Sciences, Professor
E-mail: cvj2@mail.ru

Abstract

This article describes the analysis of structures of spatial objects, using living systems algorithms. This article contains an overview of methods for the analysis of different structures. The analysis shows the absence to date address the analysis of spatial topological structures. The article compares the methods of decision-making and analysis of structures. The article proves the possibility of the application of decision analysis methods for the analysis of structures. The article reveals the contents of the ant algorithm as the algorithm of living systems. The paper describes the possibility of using ant algorithm to analyze the structure. The article proves the possibility of the use of information superiority criterion for selecting solutions for structure analysis. The article proves the similarity analysis of the structure with the solution of problems of the second kind.

Keywords: modeling, decision making, analysis of structures, structure, ant algorithm, the second kind of task complexity.

Введение

Существует различие между понятиями структурная сложность [1, 2] и сложность структуры [3, 4]. Структурная сложность это одна из разновидностей сложности, например, аналогичной характеристикой может быть вычислительная сложность. Сложность структуры это комплексная характеристика, включающая разные виды сложности, характеризующие данную структуру. В геоинформатике представляет интерес пространственные структуры и их сложность [5]. Однако сложность пространственных структур изучают больше в области химии и кристаллографии [4]. Такие объекты исследования являются рафинированными и отличаются от объектов исследования геоинформатики.

Вопросы пространственной сложности и термин пространственная сложность исследуют в теории коммуникации [6]. Однако в этом направлении сложность связывают со сложностью спектра передаваемых сигналов и такая сложность имеет слабое отношение к сложности реальных пространственных объектов на земной поверхности. Пространственная сложность наиболее близка понятию топологическая сложность или сложность в топологии [7]. К формальным математическим методам исследования сложности относят матричный метод [8] и метод конечных элементов [9]. В России матричный метод исследования

топологической сложности известен под названием метод структурных матриц. При исследовании сложности применяют динамические модели. Интересный подход дан в работе [10], в которой для исследования сложности используют методику сетей Петри. В науках о Земле и, в частности, в геоинформатике работы по изучению структур связывают в первую очередь со структурами данных [11] и пространственным анализом, осуществляемым средствами ГИС [12]. Однако значительная часть такого встроенного анализа в ГИС связана с геостатистикой [13], в основном с кригингом.

Последнее время в связи с актуализацией экологических проблем развернуты работы по пространственному анализу в области экологии [14, 15]. Однако исследуемые объекты являются ареальными (плоскими), а не сетевыми. Поэтому сложность таких объектов не такая высокая как в топологии и по существу сводится к анализу плоских ограниченных множеств находящихся в определенных отношениях друг с другом. Пространственный анализ в археологии [16] связывают в основном со стратификацией слоев. Это тоже достаточно простой анализ, а стратификация применяется в геоинформатике при визуальном отображении информации, хранимой в ГИС.

Материал и методы исследования

В качестве основы исследований использовались идеи о связи между живыми системами и информатикой [17, 18]. Использовались идеи о динамическом исследовании сложности [10] и о применении метода конечных элементов для анализа сложности [9]. Использовались идеи о построении информационной конструкции [19] явления или процесса. Использовались идеи об использовании моделей информационного взаимодействия для исследования динамических систем [20]. Кроме того, использовались идеи инкрементного моделирования [21, 22] как моделирования с накоплением и наращиванием ресурса. В качестве методики исследования применялся системный анализ, топологический анализ и дихотомический анализ [23].

Результаты исследования

Связь между принятием решений и структурным анализом

Исследование структур пространственных объектов и принятие решений имеют много общего. По существу, найденная структура является аналогом принятия решений в управлении. При анализе структуры субъект сталкивается с информационным полем и со сложной системой параметров которые нужно проанализировать и связать между собой. При этом возникает противоречие: чем глубже человек вникает во взаимосвязь параметров и отношений, тем формально лучше будет описание структуры; однако чем глубже человек вникает в совокупность множества параметров и связей, тем больше сложность анализа и больше вероятность ошибки. Сталкиваясь с множеством параметров, отражающих сложную ситуацию, субъект объединяет их в группы в соответствии с качественными признаками [24]. В процессе принятия решений человек или живое существо анализирует объекты и отношения между ними. При возникновении информационного барьера [25] субъект производит декомпозицию сложного явления или объекта. Фундаментальный подход, лежащий в основе структурного анализа, включает в себя декомпозицию и синтез. Декомпозиции, проводимые разными субъектами, могут отличаться, но лежащий в основе декомпозиции логический метод позволяет получать достаточно близкие оценки. Поэтому можно моделировать действительность таким образом, чтобы сохранять общее и исключать индивидуальное.

Таким образом, найденную структуру можно рассматривать как схему принятия решения, а сформированное в результате анализа решение можно рассматривать как структуру в пространстве анализируемых параметров

Существуют разные методы принятия решений в зависимости от структурной сложности [26] задачи. Простейшее принятие решений строится по правилу «Если А, то В». Это означает, что если имеет место известная информационная ситуация «А», то следует принять действие «В» при заданном наборе правил принятия решений. Такое решение называется простым или однозвенным и описывается одним звеном

$$A \rightarrow B. (1)$$

Такие причинно-следственные шаги имеют место в ситуациях, когда появление ситуации «А» предусмотрено регламентом. В таком нормативе предписывается действие «В» для ситуации «А». В этом случае система просто исполняет инструкцию. В биологии цепочка (1) описывает условный рефлекс. Если конечную цель A_T нельзя достичь за одно действие, то имеет место последовательное решение, когда для получения решения требуется цепочка звеньев типа

$$A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow \dots \rightarrow B_{N-1} \rightarrow A_T (2)$$

Выражение (2) интерпретируется следующим образом. Известная информационная ситуация [27] A_1 влечет действие B_1 , которое приводит к известной информационной ситуации A_2 . Информационная ситуация A_2 влечет действие B_2 и так далее пока не будет достигнуто целевое состояние A_T . Такая цепочка действий называется также "путем решения" или "структурой решения". Она служит основой построения последовательного алгоритма, который приводит к решению A_T от исходной ситуации A_1 . Он же осуществляет построение структуры решения. Совокупность действий B характеризует процессы вычислений или построения структуры. Вычисления связаны с компьютерными технологиями, принятие решений относится к живым и интеллектуальным системам [18]. При изменении условий в середине цепочки или в начале, получится набор цепочек (2) или набор структур для разных условий. При переборе всех условий получится полная структура возможных решений или полная структура для данного пространства параметров. Если отдельные цепочки (2) повторяются, то они фиксируются в памяти системы и запоминаются как стереотипные решения или как фрагменты структуры.

Выражение (2) характеризует сложность решения задач 1 рода [18], поскольку для получения решения применяется только одна цепочка решающих действий.

Возможно наличие группы альтернативных маршрутов решений при одних и тех же условиях, например, $D \rightarrow E$, $H \rightarrow P$, $X \rightarrow Y$ и т.п. При этом они могут не допускать перехода от одного маршрута к другому. Это типичная параллельная структура. Субъекту, принимающему решение, необходимо выбрать оптимальный, по его мнению, маршрут и действовать согласно предписанию этого маршрута. Это имеет отношение к принятию решений. Но для анализа структур это не существенно, поскольку там иная задача определить структуру, а не выбрать оптимальный путь.

В других случаях в условиях сложности ситуации [2] необходимо выбрать предпочтительный "путь решения" или начало пути решения. На рисунке 1 изображена ситуация, когда из начальной точки A_B необходимо получить целевую A_E или конечную ситуацию. Путь получения ситуации A_E является многовариантным. На первом этапе решения необходимо выбрать вариант решения (A_{01}). Он определяет процесс решения и следующее состояние и процесс, который ведет к этому состоянию. Если таких состояний и следующих за ними много, то процесс поиска "пути решения" становится необозримым. В этом случае сложно или невозможно найти оптимальный путь решения. Эти задачи называют задачами второго рода [18]. Следует отметить, что не многовариантность, а невозможность построения пути решения характеризует задачи второго рода.

Проведем различие между задачами первого рода и задачами второго рода. Задачи первого рода характеризуются однозначностью решения и алгоритмом, который приводит от начальной ситуации к конечной (целевой ситуации). С топологической точки зрения, граф задачи первого рода не имеет циклов. Задачи второго рода характеризуются неоднозначностью решения и отсутствием единственного алгоритма, который приводит от начальной ситуации к конечной точке. Граф задачи второго рода имеет циклы.

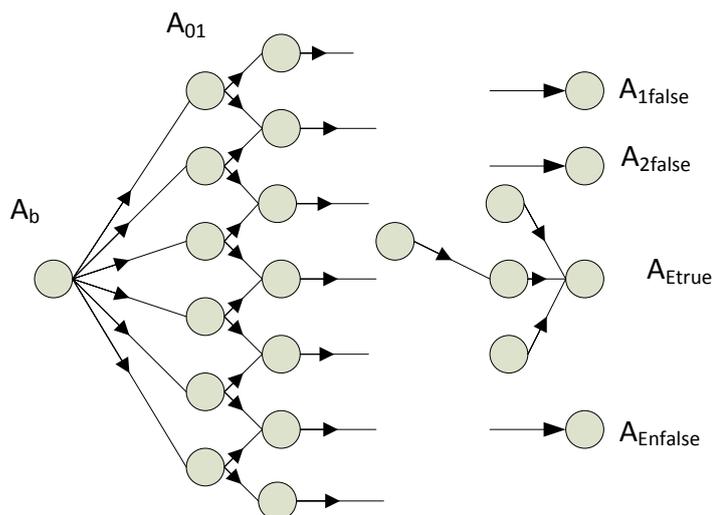


Рис. 1. Граф задачи второго рода

Кроме того решение задачи второго рода может давать ошибочный результат (A_{1false} , A_{2false} ...) или правдоподобный, но неверный результат ($A_{Enfalse}$). Истинным является только (A_{Etrue})

Применение алгоритмов живых систем.

Живые системы: птицы, муравьи, пчелы строят маршруты и структуры (муравейник, соты), применяя метод принятия решений. Они решают задачу второго рода при множестве исходных вариантов решения и при возможности выбора правильного и неправильного решения.

Одним из методов решения задач второго рода может быть так называемый муравьиный алгоритм [28]. Муравьиный алгоритм моделирует алгоритм оптимизации поведения муравьиной колонии (*ant colony optimization*) при поиске пищи. Он используется для нахождения приближённых решений транспортной задачи, а также для поиска маршрутов на графах.

Суть алгоритма заключается в анализе и использовании модели группового поведения отдельных муравьев с механизмом самоорганизации, при котором муравьи ищут пути от колонии к источнику питания. Первая версия алгоритма, предложенная доктором наук Марко Дориго [29] была направлена на поиск оптимального пути в графе.

В упрощенном понимании модель решения ищется с использованием модифицированного "жадного алгоритма" [30] дополненного механизмом самоорганизации – передачи информации от одного агента другому с включением параметров "жадности" алгоритма и "стадности" алгоритма. Параметр "жадность" характеризует мотивацию, параметр "стадность" характеризует повторяемость поведения и является антонимом термина "случайность". Передача информации создает возможность самоорганизации системы колонии муравьев в достижении цели. Такая модель задает сзему и применяется в мультиагентных системах [31].

Мультиагентная система [32] ищет оптимальное решение задачи без внешнего вмешательства. Под оптимальным решением понимается решение, на которое потрачено наименьшее количество энергии в условиях ограниченных ресурсов. Таким образом такое решение дает дополнительный эффект экономии ресурсов. Работа начинается с размещения муравьев в вершинах графа (городах), затем начинается движение муравьев – направление определяется вероятностным методом [29]. Напомним суть алгоритма. Муравьи первоначально перемещаются в случайном порядке по графу на рис. 1. После нахождения питания они возвращаются в свою колонию, при этом отмечают феромонами путь движения. Феромон – вещество, которое с течением времени испаряется. Процесс испарения феромонов задает механизм самоорганизации. Если другие муравьи находят такие тропы, то они пойдут по ним. При нахождении питания и возвращении они

укрепляют этот маршрут своими феромонами.

Феромонная тропа испаряется и тем самым уменьшает свою привлекательную силу. Подкрепление ее зависит от длины и количества пищи на ее конце. Чем больше времени требуется для прохождения пути до цели и обратно, тем сильнее испарится феромонная тропа. Чем больше питания на конце тропы, тем больше муравьев пройдут по пути и тем сильнее будет феромонная содержательность. Это мотивирует к движению по тропам, ведущим к максимальным ресурсам. Так алгоритм обеспечивает ресурсность решения задачи.

Другой аспект алгоритма пространственное решение. На коротком пути прохождение будет более быстрым и как следствие, плотность феромонов остаётся высокой. Это мотивирует муравьев к движению по коротким маршрутам к источникам питания.

Испарение феромонов создает условие исключения локально-оптимального решения. Если бы феромоны не испарялись, то путь, выбранный первым, был бы самым привлекательным. В этом случае, исследования пространственных решений были бы ограниченными. Однако на практике существует иная ситуация. Если другой муравей находит более короткий путь от колонии до источника пищи, чем первый муравей, то он создает большую плотность феромонов по этому пути. Другие муравьи, скорее всего, пойдут по этому пути, и алгоритм такого поведения в конечном итоге приводит всех муравьев к оптимальному пути.

По существу муравьи решают задачу информационного (феромонного) превосходства. Запах информирует муравья и создает в нем информационный ресурс о данном маршруте. При выборе пути он руководствуется критерием информационного превосходства [33] одного пути над другим.

Недостатком метода является требование наличия колонии муравьев. Математически это требование заключается в размещении начала поиска решения не в начальной точке A_0 , в совокупности множества точек ряда A_n . Такой алгоритм оправдывает себя в сложных ситуациях типа поиска маршрута в системах GRID [34] или в комбинации с генетическими алгоритмами [35]. Но принципиально он требует множества точек поиска или

При решении практических задач модель Ant Colony Algorithm (ACA) дополняется цепочкой обратной связи и банком данных. Это приводит к дополнительному механизму: инкрементное накопление знаний и ресурсов; применение инкрементных знаний и ресурсов для решения очередного этапа задачи [21, 22].

В результате работы этого механизма на каждом этапе анализа структуры получают инкрементные ресурсы (ИР) и инкрементные знания (ИЗ). Эти инкрементные величины помещают на хранение в банк данных и используют для решения задачи следующего этапа. На каждом этапе происходит решение задач с помощью ACA и накопление ресурсов и знаний. Итогом многократного решения задачи будут суммарные информационные ресурсы (СИР) и суммарные знания (СЗ).

$$СИР = ИР_1 + ИР_2 + \dots + ИР_n$$

$$СЗ = ИЗ_1 + ИЗ_2 + \dots + ИЗ_n$$

Здесь n - число этапов решения задачи

На основе накопленных знаний могут формироваться правила поиска маршрутов или правила прохождения определенных ситуаций. Одной из характеристик такого решения является допустимое время выбора маршрута, то есть интервал времени, в течение которого допускается решение задачи. В муравьином алгоритме такого ограничения нет. Информационное технологическое обеспечение инкрементного решения включает совокупность правил.

Обсуждение

Полностью переносить алгоритм живых систем на анализ структур нельзя и он требует расширения. Это обусловлено разными целями. В управлении требуется найти один или равные по полезности маршруты. В структурном анализе требуется найти все маршруты. В теории структурного анализа слабо используется понятие информационного превосходства и информационной асимметрии. Также не используется понятие

информационного соответствия. Недостатком алгоритма является ограничение типа допустимого времени решения. Этот недостаток требует привлечения больших вычислительных ресурсов.

Заключение

В ходе данной работы использовалась дуальность понятий: структура и схема решений. Не потребовалось разграничение этих понятий, что дает основание говорить об универсальности метода. Дополнение муравьиного алгоритма механизмом инкрементного получения ресурсов и механизмом накопления ресурсов позволяет переносить решение данной задачи в область компьютерного и информационного моделирования. Накопление ресурсов в банке данных, как позволяет проводить системный анализ решений и проводить дополнительную оптимизацию на найденных решениях. Результаты исследований показали применимость метода для поиска структур и для поиска управленческих решений. Расширение муравьиного алгоритма механизмом инкрементного наращивания ресурсов, позволяет по мере накопления опыта строить топологические структуры с циклами.

Примечания:

1. Bullmore E., Sporns O. Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems // *Nature Reviews Neuroscience*. 2009. V. 10. №. 3. p.186-198.
2. Tsvetkov V.Ya. Complexity Index // *European Journal of Technology and Design*, 2013, Vol.(1), № 1, p.64-69.
3. Stone S. et al. Complex structure and regulation of the P16 (MTS1) locus // *Cancer Research*. 1995. V 55. №. 14. p.2988-2994.
4. Kettenberger H., Armache K. J., Cramer P. Complete RNA polymerase II elongation complex structure and its interactions with NTP and TFIIS // *Molecular cell*. 2004. V 16. №. 6. p.955-965.
5. Touryan J., Felsen G., Dan Y. Spatial structure of complex cell receptive fields measured with natural images // *Neuron*. 2005. T. 45. №. 5. p. 781-791.
6. Lugt A. V. Signal detection by complex spatial filtering // *Information Theory, IEEE Transactions on*. 1964. T. 10. №. 2. p. 139-145.
7. Liu F. C. et al. First metal azide complex with isonicotinate as a bridging ligand showing new net topology: hydrothermal synthesis, structure, and magnetic properties // *Inorganic chemistry*. 2006. T. 45. №. 7. p. 2776-2778.
8. McGuire W., Gallagher R. H., Ziemian R. D. Matrix structural analysis. 2000.
9. Zienkiewicz O. C. et al. The finite element method. London: McGraw-hill, 1977.
10. Nagasaki M. et al. A versatile Petri net based architecture for modeling and simulation of complex biological processes // *Genome informatics*. 2004. V 15. №. 1. p.180-197.
11. Bailey T. C., Gatrell A. C. Interactive spatial data analysis. Essex: Longman Scientific & Technical, 1995. T. 413.
12. Fotheringham S., Rogerson P. (ed.). Spatial analysis and GIS. CRC Press, 2013.
13. Цветков В.Я. Геоestatистика // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. 2007. №3. с.174-184.
14. Dale M. R. T., Fortin M. J. Spatial analysis: a guide for ecologists. Cambridge University Press, 2014.
15. Rangel T. F., Diniz-Filho J. A. F., Bini L. M. SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology // *Ecography*. 2010. V 33. №. 1. p.46-50.
16. Hodder I., Orton C. Spatial analysis in archaeology. 1976.
17. Gatlin L.L. et al. Information theory and the living system. 1972.
18. Tsvetkov V.Ya. Incremental Solution of the Second Kind Problem on the Example of Living System, Biosciences biotechnology research Asia, November 2014. Vol. 11(Spl. Edn.), p. 177-180. doi: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1458>
19. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // *European Journal of Technology and Design*, 2014, Vol (5), № 3. p.147-152.
20. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // *European Researcher*, 2013, Vol.(62), № 11-1. p.2573-2577.

21. Цветков В.Я., Железняков В. А. Инкрементальный метод проектирования электронных карт. // Инженерные изыскания. 2011. № 1. с.66-68.
22. Цветков В.Я. Инкрементное информационное моделирование // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №3. с.500-501.
23. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis. Life Science Journal 2014. 11(6). pp. 586-590.
24. Savin-Baden, M. & Major, C. (2013). Qualitative Research: The Essential Guide to Theory and Practice. London: Routledge.
25. Ozhereleva T.A. Information Barriers. // European Journal of Technology and Design, 2016, Vol.(11), Is. 1, pp.30-34. DOI: 10.13187/ejtd.2016.11.30
26. Dickstein D. L. et al. Changes in the structural complexity of the aged brain //Aging cell. 2007. V6. №. 3. p.275-284.
27. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p.2166-2170.
28. Zhong-Zhi W. U. B. S. H. I. An Ant Colony Algorithm Based Partition Algorithm for TSP [J] //Chinese Journal of Computers. 2001. V 12. p.13.
29. Colorni A., Dorigo M., Maniezzo V. (1992). An Investigation of some Properties of an Ant Algorithm. *Proceedings of the Parallel Problem Solving from Nature Conference (PPSN 92)*, Brussels, Belgium, Elsevier Publishing, p. 509–520.
30. Ruiz R., Stützle T. A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem //European Journal of Operational Research. 2007. V177. №. 3. p.2033-2049.
31. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Применение мультиагентных систем в интеллектуальных логистических системах. // Международный журнал экспериментального образования. 2012. №6. с.107-109
32. Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002, paperback, 366 p.
33. Tsvetkov V.Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European Researcher, 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901
34. Chang R. S., Chang J. S., Lin P. S. An ant algorithm for balanced job scheduling in grids //Future Generation Computer Systems. 2009. V25. №. 1. p. 20-27.
35. Li D. J., Qiang C. Z., Zhi Y. Z. On the Combination of Genetic Algorithm and Ant Algorithm [J] //Journal of Computer Research and Development. 2003. V. 9. p.10.

References

1. Bullmore E., Sporns O. Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems //Nature Reviews Neuroscience. 2009. V. 10. №. 3. p.186-198.
2. Tsvetkov V.Ya. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), № 1, p.64-69.
3. Stone S. et al. Complex structure and regulation of the P16 (MTS1) locus // Cancer Research. 1995. V 55. № 14. p.2988-2994.
4. Kettenberger H., Armache K. J., Cramer P. Complete RNA polymerase II elongation complex structure and its interactions with NTP and TFIIS //Molecular cell. 2004. V 16. № 6. p.955-965.
5. Touryan J., Felsen G., Dan Y. Spatial structure of complex cell receptive fields measured with natural images //Neuron. 2005. T. 45. №. 5. p. 781-791.
6. Lugt A. V. Signal detection by complex spatial filtering //Information Theory, IEEE Transactions on. 1964. T. 10. № 2. p. 139-145.
7. Liu F. C. et al. First metal azide complex with isonicotinate as a bridging ligand showing new net topology: hydrothermal synthesis, structure, and magnetic properties //Inorganic chemistry. 2006. T. 45. №. 7. p. 2776-2778.
8. McGuire W., Gallagher R. H., Ziemian R. D. Matrix structural analysis. 2000.
9. Zienkiewicz O.C. et al. The finite element method. London: McGraw-hill, 1977.
10. Nagasaki M. et al. A versatile Petri net based architecture for modeling and simulation of complex biological processes //Genome informatics. 2004. V 15. №. 1. p. 180-197.

11. Bailey T.C., Gatrell A.C. Interactive spatial data analysis. Essex: Longman Scientific & Technical, 1995. 413 p.
12. Fotheringham S., Rogerson P. (ed.). Spatial analysis and GIS. CRC Press, 2013.
13. Cvetkov V.Ja. Geostatistika // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Geodezija i ajerofotosemka. 2007. №3. s.174-184.
14. Dale M. R. T., Fortin M. J. Spatial analysis: a guide for ecologists. Cambridge University Press, 2014.
15. Rangel T.F., Diniz-Filho J.A.F., Bini L.M. SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology // *Ecography*. 2010. V 33. № 1. p.46-50.
16. Hodder I., Orton C. Spatial analysis in archaeology. 1976.
17. Gatlin L.L. et al. Information theory and the living system. 1972.
18. Tsvetkov V.Ya. Incremental Solution of the Second Kind Problem on the Example of Living System, Biosciences biotechnology research Asia, November 2014. Vol. 11(Spl. Edn.), p. 177-180. doi: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1458>
19. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // *European Journal of Technology and Design*, 2014, Vol (5), № 3. p. 147-152.
20. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // *European Researcher*, 2013, Vol.(62), № 11-1. p.2573-2577.
21. Cvetkov V.Ja., Zheleznyakov V. A. Inkremental'nyj metod proektirovanija jelektronnyh kart. // *Inzhenerye izyskanija*. 2011. № 1. s.66-68.
22. Cvetkov V.Ja. Inkrementnoe informacionnoe modelirovanie // *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2016. №3. (chast' 3) s.500-501.
23. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis. // *Life Science Journal* 2014. 11(6). Pp.586-590.
24. Savin-Baden, M. & Major, C. (2013). *Qualitative Research: The Essential Guide to Theory and Practice*. London: Routledge.
25. Ozhereleva T.A. Information Barriers. // *European Journal of Technology and Design*, 2016, Vol.(11), Is. 1, pp.30-34. DOI: 10.13187/ejtd.2016.11.30
26. Dickstein D. L. et al. Changes in the structural complexity of the aged brain // *Aging cell*. 2007. V.6. № 3. p.275-284.
27. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // *European Researcher*, 2012, Vol.(36), № 12-1, p.2166-2170.
28. Zhong-Zhi W. U. B. S. H. I. An Ant Colony Algorithm Based Partition Algorithm for TSP [J] // *Chinese Journal of Computers*. 2001. V 12. p.13.
29. Colorni A., Dorigo M., Maniezzo V. (1992). An Investigation of some Properties of an Ant Algorithm. *Proceedings of the Parallel Problem Solving from Nature Conference (PPSN 92)*, Brussels, Belgium, Elsevier Publishing, 509–520.
30. Ruiz R., Stützle T. A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem // *European Journal of Operational Research*. 2007. V177. № 3. p.2033-2049.
31. Rozenberg I.N., Cvetkov V.Ja. Primenenie mul'tiagentnyh sistem v intellektual'nyh logisticheskikh sistemah. // *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija*. 2012. №6. s.107-109.
32. Michael Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*, John Wiley & Sons Ltd, 2002, paperback, 366 pages.
33. Tsvetkov V.Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // *European Researcher*, 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
34. Chang R. S., Chang J. S., Lin P. S. An ant algorithm for balanced job scheduling in grids // *Future Generation Computer Systems*. 2009. V25. №. 1. p. 20-27.
35. Li D. J., Qiang C. Z., Zhi Y. Z. On the Combination of Genetic Algorithm and Ant Algorithm [J] // *Journal of Computer Research and Development*. 2003. V. 9. p. 10.

УДК 001.8 001.51

Структурный анализ с использованием алгоритмов живых систем

Виктор Яковлевич Цветков

Центр перспективных фундаментальных и прикладных исследований, Российская Федерация
109029 Москва, Нижегородская ул., 27, стр. 1
Доктор технических наук, профессор
E-mail: cvj2@mail.ru

Аннотация. Статья описывает анализ структур пространственных объектов, с использованием алгоритмов живых систем. Дается краткий обзор методов анализа разных структур. Обзор показывает отсутствие на сегодняшний день решения проблемы анализа пространственных топологических структур. Проводится сравнение методов принятия решений и анализа структур. Доказана возможность применения метода анализа решений для анализа структур. Раскрывается содержание муравьиного алгоритма как алгоритма живых систем. Показана возможность применения муравьиного алгоритма для анализа структуры. Показана возможность использования критерия информационного превосходства для выбора решений при анализе структуры. Отмечено сходство анализа структуры с решением задач второго рода.

Ключевые слова: моделирование, принятие решений, анализ структур, структура, муравьиный алгоритм, задачи второго рода, сложность.